

r.6-  
66-

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.


Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## PHASE SHIFTING MASK AND METHOD FOR FORMING SAME

Patent Number: JP4005655  
Publication date: 1992-01-09  
Inventor(s): YOSHIOKA NOBUYUKI  
Applicant(s):: MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
Requested Patent:  JP4005655  
Application Number: JP19900105461 19900423  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G03F1/08 ; H01L21/027  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To prevent damage of the phase shifter by forming a mask pattern on a substrate and ion-injected parts serviceable as the phase shifters on every space except the margin of this mask pattern.

**CONSTITUTION:** The phase shifting mask provided with the ion-injected parts 5 serviceable as the phase shifter is formed on the space except the margin of the pattern 2 by laminating the mask pattern 2 and a resist pattern 4 on the surface of the substrate 1, then patternwise etching the layers 4 and 2 to form the mask pattern 2 and the resist pattern 4 in the step (a), injecting ions on the surface of the substrate 1 so as to cause a light phase difference by 180 deg. between the injected part 5 and the noninjected part in the step (b), immersing the photomask into a mask-etching solution to etch off the margin of the pattern 2 in the step (c), and finally removing the resist pattern 4 in the step (d), thus permitting damage of the phase sensitive shifter at the time of rinsing to be prevented.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

引用例の写し

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 平4-5655

⑫ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月9日

G 03 F 1/08  
H 01 L 21/027

A 7369-2H

2104-4M H 01 L 21/30 3 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 位相シフトマスク及びその作成方法

⑮ 特 願 平2-105461

⑯ 出 願 平2(1990)4月23日

⑰ 発 明 者 吉 岡 信 行 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・

エス・アイ研究所内

⑱ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁理士 曾我 道照 外5名

明 細 書

1. 発明の名称

位相シフトマスク及びその作成方法

2. 特許請求の範囲

(1) 光リソグラフィの解像力を上げるための位相シフトマスクにおいて、

透明基板上に形成された不透明のマスクパターンと、

このマスクパターンの縁部付近を除く各スペース部分に形成され位相シフトとして機能するイオン注入部と、

を備えたことを特徴とする位相シフトマスク。

(2) 透明基板上に積層された不透明のマスクパターンをレジストパターンに従ってエッチングする工程と、

前記透明基板の表面にイオンを注入して前記マスクパターン間のスペース部分に位相シフトとして機能するイオン注入部を形成する工程と、

前記マスクパターンの縁部をエッチングする工程と、

前記レジストパターンを除去する工程と、

を備えた特許請求の範囲第1項記載の位相シフトマスクの作成方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、LSIの製造に用いられる位相シフトマスク及びその作成方法に関し、特に洗浄時における位相シフトの破損を防止した位相シフトマスク及びその作成方法に関するものである。

〔従来の技術〕

従来より、フォトマスク上の拡大パターンをウェハ上に縮小して繰り返し結像させ、所望のLSIパターンを形成する光リソグラフィ技術は良く知られている。

第2図は上記のような縮小光字式の光ステッパを用いた従来の光リソグラフィ技術による露光法を示す原理図である。

図において、(1)はフォトマスクの透明基板となるガラス基板、(2)はガラス基板(1)上に形成されたCr、MoSi、Si等からなる不透明のマス

クパターンである。マスクパターン(2)の材料は、光リソグラフィで用いられる光、例えば、g線、i線、エキシマレーザ等を十分遮断できるものであればよい。

このようなガラス基板(1)及びマスクパターン(2)からなるフォトマスクを介して光を照射すると、マスクパターン(2)上の光の電場は同一極性のパルス状の強度分布となる。従って、光リソグラフィの解像限界R[ $\mu\text{m}$ ]以下のパターン転写を行うと、図示したように、ウェハ上に照射される光強度は、マスクパターン(2)の縁部で光が回り込むので、なだらかな干渉波形となってしまう。即ち、マスクパターン(2)を透過した光の電場は空間的に分離された波形となるが、ウェハ上の光強度は、隣接した光により互いに重なり合ってしまうため、パターンの解像を行うことはできなくなる。

ところで、パターン密度に寄与する解像限界Rは、

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA$$

てしまうという問題点がある。

このような問題点を解決するため、従来より、以下のように、位相シフトマスクを用いた露光法が提案されている。

第3図は、例えば特開昭57-62052号公報及び特開昭58-173744号公報に記載された、改良された従来の光リソグラフィ技術による露光法を示す原理図である。

図において、(3)はSiO<sub>2</sub>等の透明材からなる位相シフトであり、隣接するマスクパターン(2)の間(光透過部)に1つおきに配設されている。位相シフト(3)は透過した光の位相を180°だけシフトさせる機能を有している。

第3図の位相シフトマスクによれば、マスクパターン(2)を透過した光の電場の強度分布は、交互に位相が反転されるため、図示したように反転パルス状となる。

従って、第2図の場合と同様の光学系で投影すると、ウェハ上の光強度は、パターン像が隣接して重なり合う部分で光強度が相殺されるため、図

で表わされ、解像限界Rが小さいほど解像度は高くなる。但し、 $k_1$ はレジストのプロセスに依存する定数であり、0.5程度まで下げることが可能である。又、 $\lambda$ は露光に用いられる光の波長、NAはレンズの開口数である。

上式から、定数 $k_1$ 及び波長 $\lambda$ を小さくし、且つ、レンズの開口数NAを高くすれば、解像限界Rは小さく(即ち、解像度は高く)なることが分かる。現在、i線( $\lambda = 0.365 \mu\text{m}$ )を用いて、開口数NAの値が0.5の光ステッパが実現しており、又、定数 $k_1$ の値を0.5まで低減させることが可能なので、解像限界Rの値は、0.4[ $\mu\text{m}$ ]程度まで小さくすることができる。

これよりも小さい解像限界Rを得るためには、更に波長 $\lambda$ を短くするか、又は、開口数NAを高くすれば良いが、光源やレンズの設計が技術的に難しくなる。又、焦点深度 $\delta$ が、

$$\delta = \lambda / [2(NA)^2]$$

で表わされるため、解像限界Rを小さくすると焦点深度 $\delta$ も小さくなり、結局、解像度が低くなっ

示したように分離されたパターン波形となる。

第3図の方法によれば、解像力が第2図の場合より高くなり、実験的には、最小解像パターン幅を約半分にすることができる。

しかし、第3図の位相シフトマスクの構成は、ライン及びスペースパターンのような周期的パターンに対しては容易に適用することができるが、任意のパターンに対しては、ウェハ上の光強度を完全に分離することができず適用困難である。

この問題点を解決するため、任意のパターンに対しても適用可能で、且つ、製造上の面からも容易に実現可能な方法が提案されている。

第4図は、例えば1989年の「J E D M コンファレンス」に記載された、更に改良された従来のセルフ・アライン方式による位相シフトマスクを用いた露光法を示す原理図である。

この場合、位相シフト(3)は、マスクパターン(2)の上に形成されており、マスクパターン(2)よりも広いパターン幅を有している。

これにより、マスクパターン(2)の縁部付近の

光の位相が反転し、ウェハ上に結像される光強度は、図示したようにパターンの配列とは無関係に確実に分離される。

第4図の位相シフトマスクを作成する場合、位相シフト(3)は、マスクパターン(2)をエッチングするときのマスクを兼ねることができる。例えば、レジストパターンをマスクとしてマスクパターン(2)を異方性エッチング(プラズマエッチング)により加工し、次に、等方性エッチング(ウェットエッチング)により縁部付近のマスクパターン(2)を除去するが、このとき、位相シフト(3)がレジストパターンの作用を行う。

このように、第4図の位相シフトマスクは、セルフ・アラインにより位相シフト(3)を形成することができるので、製造が容易で、更に、任意のパターンにも適用することができる。しかし、このような構造の位相シフトマスクは、位相シフト(3)がマスクパターン(2)の上に積層されているので、洗浄時に破損され易く、製造時の歩留まり信頼性が低い。

ストパターンを除去する工程とを備えたものである。

#### 〔作用〕

この発明による位相シフトマスクにおいては、ガラス基板上に直接位相シフトとしてのイオン注入部を形成し、マスクパターン上の位相シフトを不要とする。

又、この発明による位相シフトマスクの作成方法においては、イオン注入部に位相シフトの機能を付与し、マスクパターンの縁部と他の部分との間に $180^\circ$ の光の位相差を生じさせる。

#### 〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図はこの発明の一実施例による位相シフトマスクの断面図及びその作成手順を示す工程図であり、(1)及び(2)は前述と同様のものである。(4)はマスクパターン(2)上に積層されたレジストパターン、(5)はガラス基板(1)の表面に形成されたイオン注入部である。

まず、ガラス基板(1)上にマスクパターン(2)

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の位相シフトマスクは以上のように、洗浄時に位相シフト(3)が破損され易いという問題点があった。

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、洗浄時における位相シフトの破損を防止することができる位相シフトマスク及びその作成方法を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る位相シフトマスクは、マスクパターンの縁部付近を除く各スペース部分に、位相シフトとして機能するイオン注入部を設けたものである。

又、この発明に係る位相シフトマスクの作成方法は、透明基板上に積層された不透明のマスクパターンをレジストパターンに従ってエッチングする工程と、透明基板の表面にイオンを注入してマスクパターン間のスペース部分に位相シフトとして機能するイオン注入部を形成する工程と、マスクパターンの縁部をエッチングする工程と、レジ

となる材料膜を積層し、この上に電子線露光法などでレジストパターン(4)を形成する。そして、通常のフォトマスク製法により、レジストパターン(4)をマスクとして、工程(a)のようにマスクパターン(2)を形成する。

続いて、工程(b)のように、ガラス基板(1)の表面にイオン(例えば、窒素イオン $N^+$ )を垂直に注入して、各マスクパターン(2)の間のスペース部分に位相シフトとして機能するイオン注入部(5)を形成する。このとき、イオン注入部(5)とイオンが注入されなかった部分との間に $180^\circ$ の光の位相差が生じるように、イオンが注入される。

一般に、ガラス基板(1)は $SiO_2$ で構成されており、窒素などの不純物が注入されると、材料が変化してガラス基板(1)の屈折率が変化するので、位相の変化が生じる。

又、イオン注入時に、マスクパターン(2)は、レジストパターン(4)により、イオンからマスクされる。

次に、マスクパターン(2)をエッチングできる

液中にフォトマスクを入れ、工程(c)のように、マスクパターン(2)の縁部をエッチングする。

最後に、工程(d)のように、レジストパターン(4)を除去して、マスクパターン(2)の縁部付近を除く各スペース部分に、位相シフトとして機能するイオン注入部(5)が形成された位相シフトマスクを完成させる。

このように、マスクパターン(2)の縁部付近以外のガラス基板(1)の表面上にイオンを注入することにより、機械的精造は、ガラス基板(1)上にマスクパターン(2)を形成したのみの状態となり、位相シフトがガラス基板(1)内に含まれたものとなる。

又、イオン注入部(5)とイオンを注入していない部分との間に $180^\circ$ の光の位相差が生じるので、位相シフトマスクを通過した光の位相が反転し、光学的に第4図の位相シフトマスクと同等に作用する。従って、解像力は全く損なわれない。

第1図の精造によれば、マスクパターン(2)の上に第4図のような位相シフト(3)が積層されて

いないので、洗浄時などにおいて、位相シフトとしてのイオン注入部(5)及びマスクパターン(2)が破損されることはない。

尚、上記実施例では、イオンとして窒素イオン $N^+$ を用いた場合を示したが、他の元素、例えば、酸素 $O$ 、フッ素 $F$ 、ボロン $B$ 等のイオンを用いてもよい。

#### [発明の効果]

以上のようにこの発明によれば、マスクパターンの縁部付近を除く各スペース部分に、位相シフトとして機能するイオン注入部を設け、マスクパターン上の位相シフトを不要としたので、洗浄時における位相シフトの破損を防止することができ、位相シフトマスクが得られる効果がある。

又、この発明によれば、透明基板上に積層された不透明のマスクパターンをレジストパターンに従ってエッチングする工程と、透明基板の表面にイオンを注入してマスクパターン間のスペース部分に位相シフトとして機能するイオン注入部を形成する工程と、マスクパターンの縁部をエッチン

グする工程と、レジストパターンを除去する工程とを備え、マスクパターンの縁部と他の部分との間に $180^\circ$ の光の位相差を生じさせるようにしたので、洗浄時における位相シフトの破損を防止することができる位相シフトマスクの作成方法が得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例による位相シフトマスクの断面図及びその作成手順を示す工程図、第2図は従来の光リソグラフィによる露光法を示す原理図、第3図は改良された従来の光リソグラフィによる露光法を示す原理図、第4図は更に改良された従来の光リソグラフィによる露光法を示す原理図である。

(1)…ガラス基盤(透明基板)

(2)…マスクパターン

(4)…レジストパターン

(5)…イオン注入部(位相シフト)

(a)…マスクパターンをエッチングする工程

(b)…イオン注入部を形成する工程

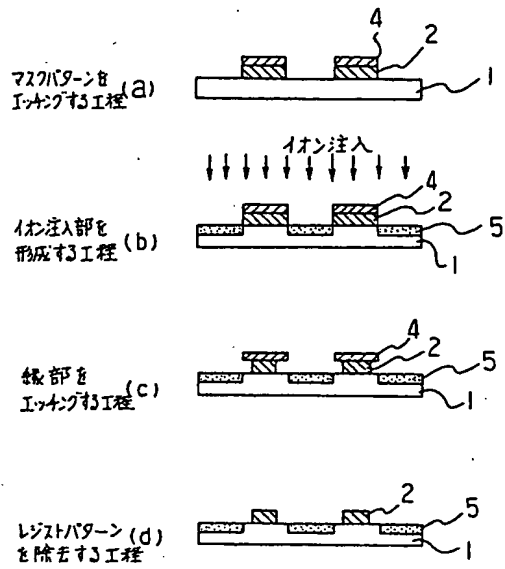
(c)…縁部をエッチングする工程

(d)…レジストパターンを除去する工程

尚、図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

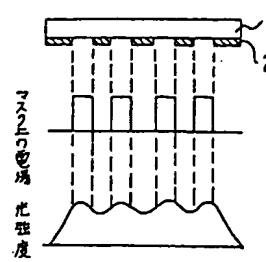
代理人 曾我 道照

第 1 図

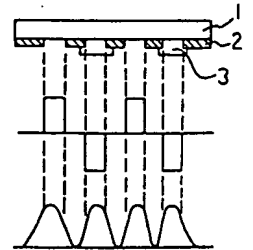


- 1: ガラス基板
- 2: マスクパターン
- 4: レジスタパターン
- 5: イオン注入部

第 2 図



第 3 図



第 4 図

